

## PENGARUH SUHU MEDIA PENDINGIN DALAM PROSES HARDENING TERHADAP KETANGGUHAN BAJA S45C

Dody Prayitno<sup>1)</sup>, Jaka Wicaksono Pranoto<sup>2)</sup><sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti  
E-mail: dodyprayitno@trisakti.ac.id

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu media pendingin pada proses hardening terhadap kekuatan impak baja S45C. Metode penelitian diawali dengan proses pemessinan dari baja S45C menjadi sampel uji impak Charpy. Sampel kemudian di panaskan dalam tungku bersuhu 900 oC selama dua jam, kemudian di kuens dalam media air dengan variasi suhu 0 °C, 25 °C dan 100 °C. Sampel selanjutnya di uji impak metode charpy dalam suhu kamar. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa peningkatan suhu media air dari 0 °C ke 100 °C pada proses *hardening* dapat menurunkan kekuatan impak baja S45C dari 0.571 J/mm<sup>2</sup> menjadi 0.501 J/mm<sup>2</sup>..

**Kata kunci:** *perlakuan panas, pendinginan, uji impak metode charpy, metalografi*

### Pendahuluan

Proses *hardening* merupakan salah satu dari tahapan pembuatan golok (agus sugiyono.2000). Nilai kekerasan dan kekuatan impak baja S45C yang di-hardening sangat dipengaruhi oleh media pendingin yang digunakan (Syaifudin Yuri, 2016) seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Media pendingin terhadap kekerasan dan Kekuatan impak baja S45C.

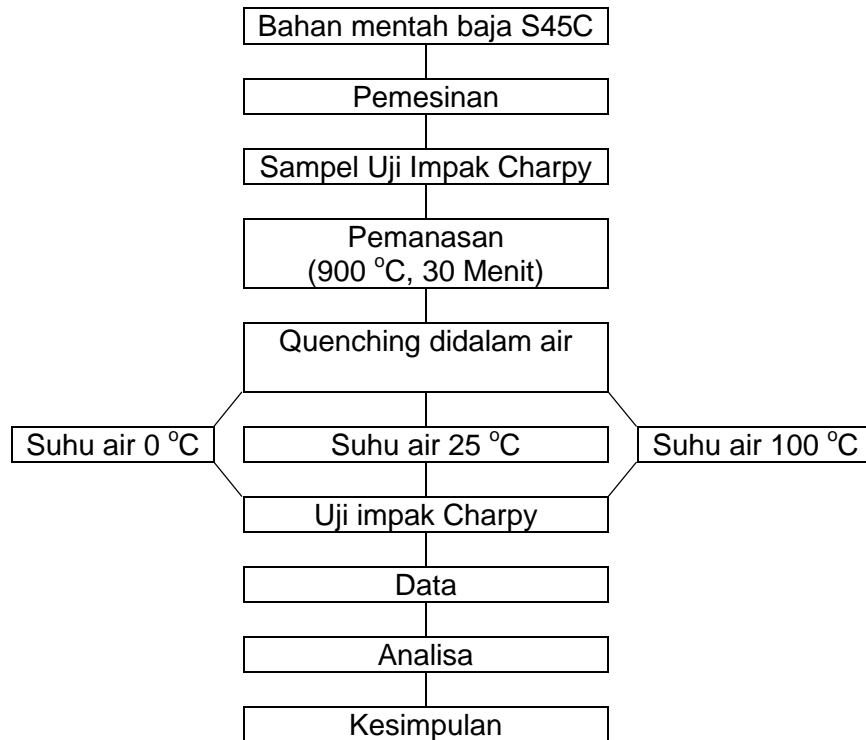
Media Pendingin	Kekerasan (BHN)	Kekuatan Impak (J/mm <sup>2</sup> )
Tanpa <i>hardening</i>	88	0,955
<i>Hardening</i> (850°C, pendingin air garam)	95	0,257
<i>Hardening</i> (850°C, pendingin air)	94	0,369
<i>Hardening</i> (850°C, pendingin oli)	89	1,128
<i>Hardening</i> (850°C, pendingin udara)	87	1,175

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh suhu pada proses hardening terhadap kekuatan impak pada baja S45C.

Ruang lingkup penelitian sebagai berikut : material adalah baja S45C; Variasi suhu air (0 °C, 25 °C , 100 °C). Uji impak menggunakan Metode Charpy pada suhu kamar;. Jumlah sampel untuk masing masing grup variasi suhu air adalah 9 buah.

### Metodologi Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Penelitian dimulai dengan pemessinan bahan mentah baja S45C menjadi sampel-sampel uji impak charpy. Sampel kemudian dipanaskan didalam tungku pada 900°C selama 30 menit . Sampel kemudian di quenching kedalam air dengan variasi suhunya 0°C, 25°C dan 100°C dimana jumlah sampel untuk setiap suhunya adalah 9 buah. Sampel – sampel lalu di uji impak metode charpy. Data hasil penelitian kemudian dianalisa untuk dibuat kesimpulan.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Studi Pustaka

Pengaruh media pendingin pada kekuatan impak Baja S45C telah diteliti oleh beberapa peneliti. Kekuatan impak baja yang di quench dengan Air garam akan lebih kecil dibandingkan bila menggunakan air. Kekuatan impak bila menggunakan oli akan lebih tinggi dari pada kekuatan impak baja S45C yang didinginkan dengan media air (Syaifudin Yuri, 2016).

Hardenability baja S45C akan meningkat bila mengalami proses aluminizing (D Prayitno, 2018), Pada proses aluminizing , baja di rendam didalam cairan aluminium pada suhu dan waktu tertentu. Proses aluminizing tidak mampu mencegah terbentuknya *die casting* pada S45C.(Andaru,2016).

### Hasil dan Pembahasan

Pengujian impak menggunakan mesin dengan satuan energinya berupa Kilo pound meter (Kpm). Dalam penellitian ini satuan Kpm di konversikan menjadi joule dimana 1 Kpm = 9,8 joule.

Kekuatan impak merupakan hasil dari energi yang di serap oleh sampel dibagi dengan luas permukaan penampang perpatahan sampel

Tabel 1 memperlihatkan hasil impak test pada sampel yang di quenching didalam ari bersuhu 0 °C. Tabel 2 memperlihatkan hasil impak test pada sampel yang di quenching didalam ari bersuhu 25 °C . Tabel 3 memperlihatkan hasil impak test pada sampel yang di quenching didalam ari bersuhu 100 °C.

Tabel 1 Hasil Uji Impack ( suhu air 0°C)

No sampel	Energi	No sampel	Energi	No sampel	Energi
1	4.8 Kpm=47.07J	4	4.9 Kpm=48.05J	7	4.8 Kpm=47.07J
2	4.7 Kpm=46.09J	5	4.8 Kpm=47.07J	8	5.0 Kpm=49.03J
3	4.9 Kpm=48.05J	6	4.8 Kpm=47.07J	9	4.9 Kpm=48.05J

Tabel 2 Hasil Uji Impact ( suhu air 25°C)

No sampel	Energi	No sampel	Energi	No sampel	Energi
1	4.4 Kpm=43.14 J	4	4.5 Kpm =44.12 J	7	4.6 Kpm=45.11 J
2	4.4 Kpm=43.14 J	5	4.7 Kpm =46.03 J	8	4.5 Kpm=44.12 J
3	4.5 Kpm=44.12 J	6	4.3 Kpm =42.16 J	9	4.6 Kpm=45.11 J

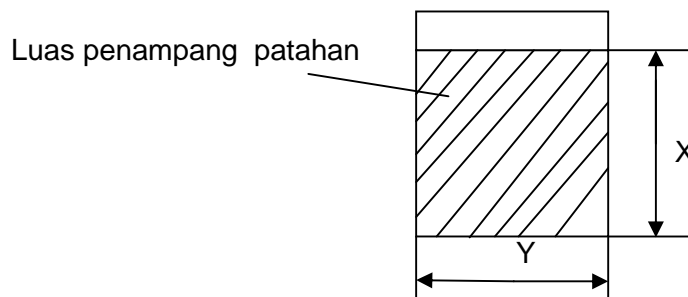
Tabel 3. Hasil Uji Impak ( suhu air 100°C)

No sampel	Energi	No sampel	Energi	No sampel	Energi
1	4.3 Kpm=42.16 J	4	4.2 Kpm =41.18 J	7	4.0 Kpm=39.22 J
2	3.8 Kpm=37.26 J	5	4.2 Kpm =41.18 J	8	4.4 Kpm=43.14 J
3	4.0 Kpm=39.22 J	6	4.4 Kpm =43.14 J	9	4.5 Kpm=44.12 J

Penampang perpatahan sampel diperlihatkan pada gambar 2. Gambar 3 mengilustrasikan pengukuran panjang (Y) dan Tebal (X) sampel yang digunakan untuk menghitung luas penampang perpatahan. Tabel 4, 5 dan 6 memperlihatkan hasil perhitungan luas penampang perpatahan untuk masing masing suhu air 0 °C, 25 °C dan 100 °C.



Gambar 2 Penampang Perpatahan Sampel



Gambar 3 Ilustrasi untuk pengukuran luas penampang perpatahan sampel, panjang (Y) dan tebal (X)

Tabel 4 Ukuran luas penampang perpatahan sampel pada media pendingin air 0°C

No sampel	Luas penampang perpatahan	No sampel	Luas penampang perpatahan	No sampel	Luas penampang perpatahan
1	10.2 x 8,2 = 83,64 mm <sup>2</sup>	4	10.1 x 8.2= 82.82mm <sup>2</sup>	7	10.3 x 8.1 = 83.43mm <sup>2</sup>
2	10.1 x 8,3 = 83,83 mm <sup>2</sup>	5	10.2 x 8.3= 84.66mm <sup>2</sup>	8	10.2 x 7.4 =75.48*mm <sup>2</sup>
3	10.2 x 8,1 = 83,62 mm <sup>2</sup>	6	10.3 x 8.3= 85.49mm <sup>2</sup>	9	10.2 x 8.4 = 85.68 mm <sup>2</sup>

Tabel 5 Ukuran luas penampang perpatahan sampel pada media pendingin air 25°C

No sampel	Luas penampang perpatahan	No sampel	Luas penampang perpatahan	No sampel	Luas penampang perpatahan
1	10.3 x 8.1 = 83.43 mm <sup>2</sup>	4	10.2 x 8.5 = 86.52 mm <sup>2</sup>	7	10.4 x 8,1 = 88.2 mm <sup>2</sup>
2	10.2 x 8.2 = 83.64 mm <sup>2</sup>	5	10.3 x 8.3 = 85.49 mm <sup>2</sup>	8	10.2 x 7,3 = 86.2 mm <sup>2</sup>
3	10.2 x 8.3 = 84.66 mm <sup>2</sup>	6	10.4 x 8.1 = 84.24 mm <sup>2</sup>	9	10.1 x 8,1 = 84.66 mm <sup>2</sup>

Tabel 6 Ukuran luas penampangperpatahan sampel pada media pendingin air 100°C

No sampel	.luas penampang perpatahan	No sampel	.luas penampang perpatahan	No sampel	.luas penampang perpatahan
1	10.2x8.2= 83.64 mm <sup>2</sup>	4	10.3x8.4= 86.52 mm <sup>2</sup>	7	10.4x8,1= 84.24 mm <sup>2</sup>
2	10.3x8.1= 83.43 mm <sup>2</sup>	5	10.2x8.1= 82.62 mm <sup>2</sup>	8	10.2x7,1=72.42* mm <sup>2</sup>
3	10.1x8.3= 83.83 mm <sup>2</sup>	6	10.1x8.1= 81.81 mm <sup>2</sup>	9	10.1x8,1= 81.81 mm <sup>2</sup>

Ketangguhan adalah jumlah energi yang diserap material sampai terjadi patah, yang dinyatakan dalam Joule. Energi yang diserap digunakan untuk berdeformasi, mengikuti arah pembebanan yang dialami.. kekuatan impak adalah jumlah energi yang di serap per milimeter kuadrat (J/mm<sup>2</sup>)..

Tabel 7, tabel 8 dan tabel 9 memperlihatkan nilai kekuatan impak untuk masing masing sampel yang di quenching pada suhu air 0°C, 25°C, 100°C.

Tabel 7 Nilai kekuatan impak ( suhu air 0°C

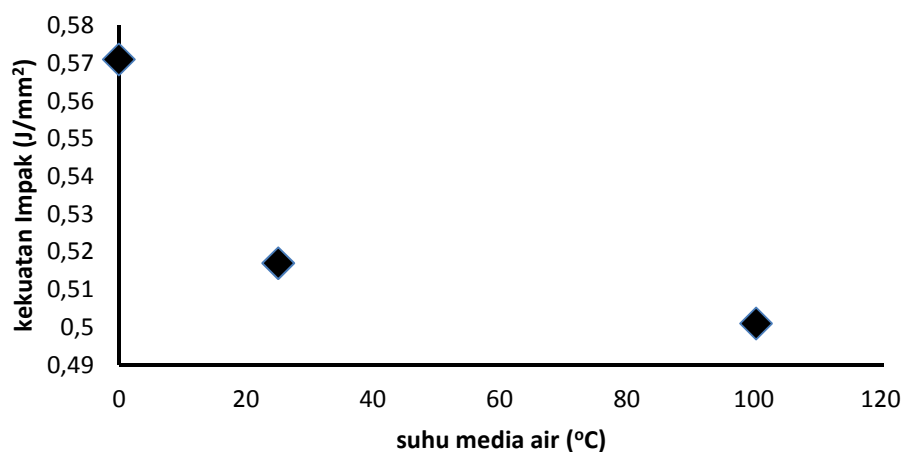
1	47.07J / 83,64 mm <sup>2</sup> = 0.562 J/mm <sup>2</sup>
2	46.09J / 83,83 mm <sup>2</sup> = 0.549 J/mm <sup>2</sup>
3	48.05J / 83,62 mm <sup>2</sup> = 0.574 J/mm <sup>2</sup>
4	48.05J / 82.82 mm <sup>2</sup> = 0.580 J/mm <sup>2</sup>
5	47.07J / 84.66 mm <sup>2</sup> = 0.555 J/mm <sup>2</sup>
6	47.07J / 85.49 mm <sup>2</sup> = 0.550 J/mm <sup>2</sup>
7	47.07J / 83.43 mm <sup>2</sup> = 0.564 J/mm <sup>2</sup>
8	49.03J / 75.48 mm <sup>2</sup> = 0.649 J/mm <sup>2</sup>
9	48.05J / 85.68 mm <sup>2</sup> = 0.560 J/mm <sup>2</sup>
Rata rata	0.571 (J/mm <sup>2</sup> ).

Tabel 8 Nilai kekuatan impak (suhu air 25°C)

1	$43.14 \text{ J} / 83.43 \text{ mm}^2 = 0.517 \text{ J/mm}^2$
2	$43.14 \text{ J} / 83.64 \text{ mm}^2 = 0.515 \text{ J/mm}^2$
3	$44.12 \text{ J} / 84.66 \text{ mm}^2 = 0.521 \text{ J/mm}^2$
4	$44.12 \text{ J} / 86.52 \text{ mm}^2 = 0.509 \text{ J/mm}^2$
5	$46.03 \text{ J} / 85.49 \text{ mm}^2 = 0.538 \text{ J/mm}^2$
6	$42.16 \text{ J} / 84.24 \text{ mm}^2 = 0.500 \text{ J/mm}^2$
7	$45.11 \text{ J} / 88.2 \text{ mm}^2 = 0.511 \text{ J/mm}^2$
8	$44.12 \text{ J} / 86.2 \text{ mm}^2 = 0.511 \text{ J/mm}^2$
9	$45.11 \text{ J} / 84.66 \text{ mm}^2 = 0.532 \text{ J/mm}^2$
Rata-rata	$0.517 (\text{J/mm}^2)$ .

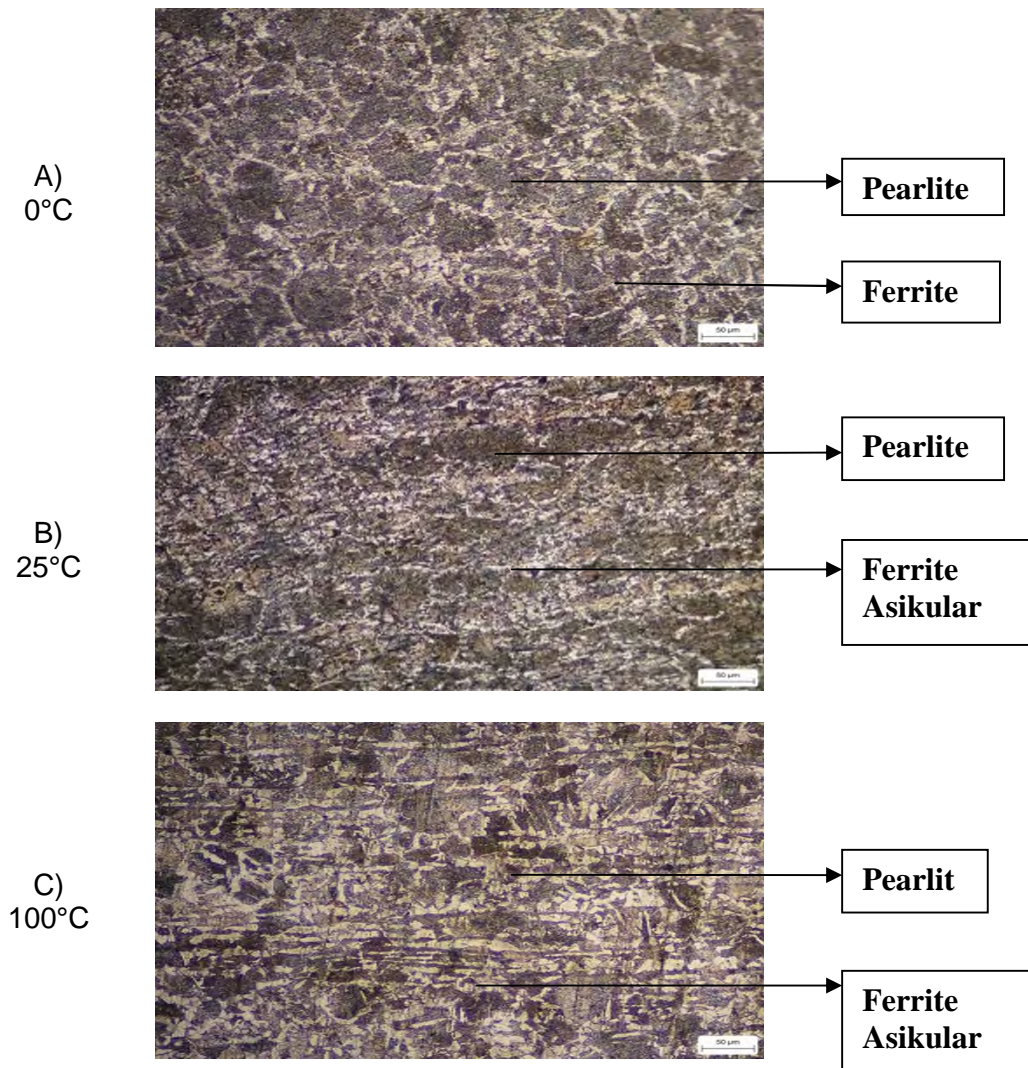
Tabel 9 Nilai kekuatan impak (suhu air 100°C)

Nilai ketangguhan sampel dengan media pendingin air 100°C	
1	$42.16 \text{ J} / 83.64 \text{ mm}^2 = 0.504 \text{ J/mm}^2$
2	$37.26 \text{ J} / 83.43 \text{ mm}^2 = 0.441 \text{ J/mm}^2$
3	$39.22 \text{ J} / 83.83 \text{ mm}^2 = 0.467 \text{ J/mm}^2$
4	$41.18 \text{ J} / 86.52 \text{ mm}^2 = 0.475 \text{ J/mm}^2$
5	$41.18 \text{ J} / 82.62 \text{ mm}^2 = 0.498 \text{ J/mm}^2$
6	$43.14 \text{ J} / 81.81 \text{ mm}^2 = 0.527 \text{ J/mm}^2$
7	$39.22 \text{ J} / 84.24 \text{ mm}^2 = 0.465 \text{ J/mm}^2$
8	$43.14 \text{ J} / 72.42 \text{ mm}^2 = 0.595 \text{ J/mm}^2$
9	$44.12 \text{ J} / 81.81 \text{ mm}^2 = 0.539 \text{ J/mm}^2$
Rata rata	$0.501 \text{ J/mm}^2$



Gambar 4 Pengaruh suhu air sebagai media pendingin terhadap kekuatan impak baja S45C.

Gambar 4. memperlihatkan nilai kekuatan impak baja S45C yang dipanaskan dengan suhu 900°C dan kemudian di Quenching dengan media pendingin air masing masing bersuhu 0°C, 25°C, 100°C. Pada suhu pengujian 0°C nilai kekuatan impaknya 0.571 J/mm<sup>2</sup>. Pada suhu pengujian 25°C kekuatan impaknya 0.517 J/mm<sup>2</sup>. Pada suhu pengujian 100°C kekuatan impaknya 0.501 J/mm<sup>2</sup>. Peningkatan suhu media pendingin (air) akan menurunkan kekuatan impak



Gambar 5. Evolusi Mikrostruktur sampel akibat peningkatan suhu air sebagai media pendingin pada proses hardening baja S45C.( Pembesaran 100 X). A). suhu air 0 °C, B) suhu air 25 °C , C) suhu air 100 °C

Gambar 5 memperlihatkan perubahan mikrostruktur sampel akibat peningkatan dari suhu air 0 °C ke 25 0 °C sampai ke 100 0 °C . Perubahan mikrostruktur tersebut diuraikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Analisa Mikro Struktur

Keterangan Fase	Variasi Perubahan Suhu Media Pendingin Air			
	0°C	25°C	100°C	Pengaruh Perubahan Suhu Media Pendingin Air
Pearlite	Besar	Sedang	Kecil	Peningkatan suhu media pendingin mengakibatkan mengecilnya struktur Pearlite
Ferrite	Ferrite (lebih bulat)	Ferrite Asikular (garis kecil)	Ferrite Asikular (garis lebih besar dan panjang)	Peningkatan suhu media pendingin mengakibatkan perubahan pada struktur ferrite, dari ferrite berbentuk bulat pada 0°C, ferrite asikular berbentuk garis kecil pada 25°C dan ferrite asikular berbentuk besar dan panjang pada 100°C.
Inisiasi Retakan			Ferrite Asikular (berbentuk tajam)	Pada suhu 100°C terlihat bentuk tajam pada fase ferrite asikular yang artinya adanya inisiasi retakan. Bila ferrite berbentuk semakin panjang dan besar maka semakin mudah terjadi inisiasi retakan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan suhu air dari 0 oC ke 100 oC akan menurunkan kekuatanimpak baja S45C.
2. Struktur mikro yang terjadi pada baja dengan suhu quenching 0°C menghasilkan struktur: Ferrite dan Pearlite . Struktur mikro yang terjadi pada baja dengan suhu quenching 25°C menghasilkan struktur: Ferrite Asikular Garis Kecil dan Pearlite Struktur mikro yang terjadi pada baja dengan suhu quenching 100°C menghasilkan struktur: Ferrite Asikular Garris besar lebih panjang dan Pearlite
3. Pengaruh penambahan suhu media pendingin pada specimen baja S45C yang terlihat dari Tabel 4.14 dari suhu 0°C ke 25°C menyebabkan perubahan struktur dari ferrite menjadi ferrite asikular. Dan dari suhu 25°C ke 100°C terlihat perubahan dari ferrite asikular garis kecil menjadi ferrite asikular garis besar dan lebih panjang. Pada suhu 100°C ferrite asikular terlihat lebih tajam yang artinya ada inisiasi retakan. Semakin panjang dan besar ferrite maka semakin mudah terjadi inisiasi retakan.

### Daftar Pustaka

- Agus sugiyono, Pembuatan, Pemasangan dan Pengoperasian Tungku Perlakuan panas untuk pande besi, Laporan Teknisk, BPPT. Maret .2001 DOI 10.13140/RG 2.1.4982.4163
- Syaifudin Yuri, Sofyan Djamil dan M. Sobrom Yamin Lubis, "*Pengaruh Media Pendingin Pada Proses Hardening Material Baja S45C*", Poros, Volume 14 Nomor 2, November 2016;
- D Prayitno and R Sugiarto 1028 IOP Conf ser.: Eart environ.Sci. 106012051 . <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/106/1/012051>
- Andaru, Dody Prayitno, Eni Pujiasturi, "Studi Pengaruh Aluminizing Terhadap Pembentukan Die Soldering", Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lemlit USAKTI vol 01 (nomor 01), 2016. <http://www.trijurnal.lemnit.trisakti.ac.id/index.php/lemnit/article/view/430>